

W2552EN

CATHODE LENS

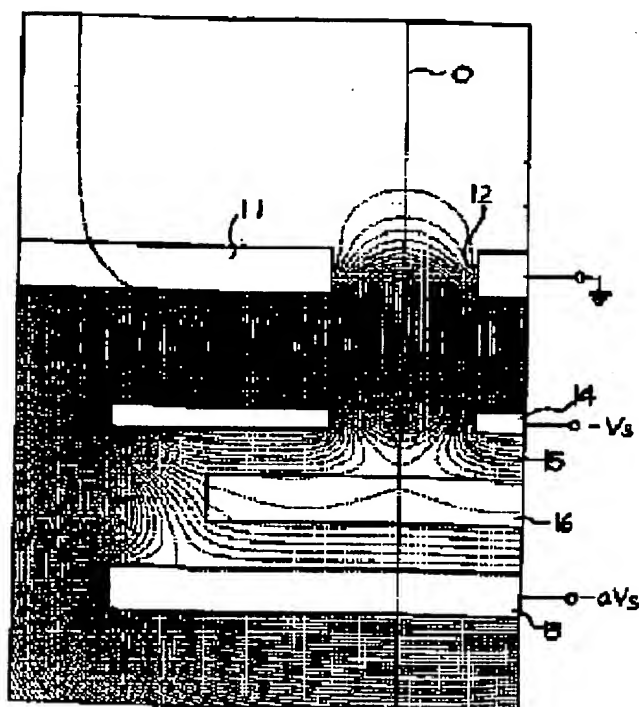
BEST AVAILABLE COPY

Patent number: JP2000277049
Publication date: 2000-10-06
Inventor: KATO MAKOTO
Applicant: JEOL LTD
Classification:
- international: H01J37/29; H01J37/26; (IPC1-7): H01J37/29
- european:
Application number: JP19990083188 19990326
Priority number(s): JP19990083188 19990326

Report a data error here

Abstract of JP2000277049

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cathode lens which can adjust an electric field intensity on a sample surface so as to reduce an aberration most according to a kind of a sample, a state of a surface thereof, and a requested energy resolution. **SOLUTION:** A potential of $-V_s$ is given to an upper electrode 14, and an electric field E_1 is generated on the sample surface by the potential difference between the upper electrode 14 and an anode 11. The potential of $-aV_s$ ($0 < a < 1$) is given to a lower electrode 13, and an electric field E_2 is generated on the sample surface by the potential difference between the upper electrode 14 and the lower electrode 13. This electric field E_2 has an electric field with direction opposite to the electric field E_1 . The figure shows a distribution on an equipotential surface when an electric field on an optical axis on the sample surface is strictly set to 0 by adjusting the potential of lower electrode 13. It is only one point on the optical axis on the sample surface that the electric field is 0 and the electric field intensity stands at the same time as parting the electron from the sample, and an ideal state is made.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-277049

(P2000-277049A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 J 37/29

H 0 1 J 37/29

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-83188

(22) 出願日 平成11年3月26日 (1999.3.26)

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72) 発明者 嘉 藤 誠

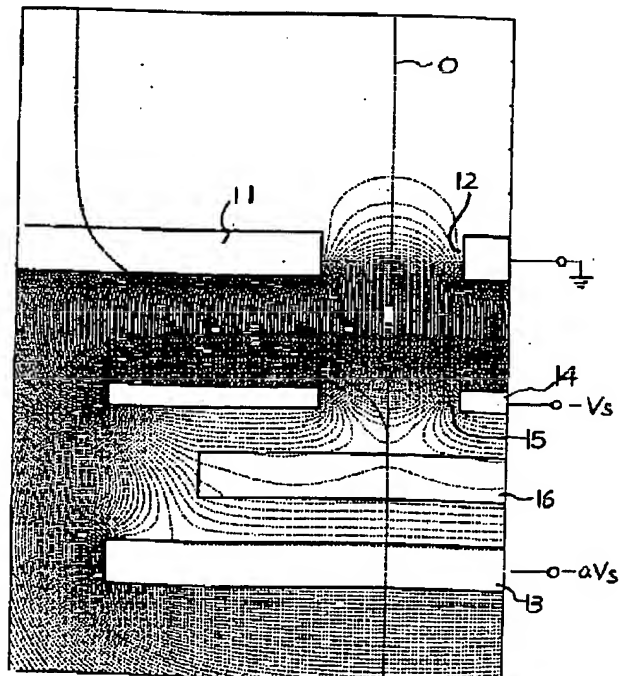
東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本
電子株式会社内

(54) 【発明の名称】 カソードレンズ

(57) 【要約】

【課題】 試料の種類や表面の状態、要求されるエネルギー分解能に応じて、もっとも収差を小さくするように試料面上の電場強度を調整できるカソードレンズを提供すること。

【解決手段】 上側電極14には $-V_s$ の電位が与えられ、上側電極14と陽極11間の電位差によって試料面上に電場 E_1 が作られる。下側電極13には $-aV_s$ ($0 < a < 1$) の電位が与えられ、上側電極14と下側電極13間の電位差によって試料面上に電場 E_2 が作られる。この電場 E_2 は、電場 E_1 と向きが逆の電場である。図5は、下側電極13の電位を調整して、試料面上の光軸上の電場を厳密に0にした場合の等電位面の分布を示したものであるが、電場が0になっているのは試料面上の光軸上の1点のみであり、電子が試料を離れると同時に電場強度が立ち上がっており、理想的な状況が作られている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1電極と、第2電極と、第1電極と第2電極間に配置された第3電極を備えたカソードレンズであり、前記第3電極と第1電極間の電位差によって第3電極と第2電極間に電場を作り、該電場と向きが逆の電場を、前記第3電極と第2電極間の電位差によって第3電極と第2電極間に作ることを特徴とするカソードレンズ。

【請求項2】 第3電極と第2電極間の所定位置における電場が零となるように、各電極の電位が制御されることを特徴とする請求項1記載のカソードレンズ。

【請求項3】 低速電子顕微鏡あるいは光電子顕微鏡に用いられる請求項1または2に記載のカソードレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、低速電子顕微鏡（LEEM）あるいは光電子顕微鏡（PEEM）等の対物レンズとして用いられるカソードレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 カソードレンズとは、試料から小さな初期エネルギーで放出された電子を高電圧で引き出して加速するとともに、そのビームを集束させて所定の位置に結像させるものである。電子を加速させるために、試料は負の電位とされており、カソードレンズ内のアース電極に至るまでの電場が加速場となっている。試料がレンズ中の陰極（カソード）を兼ねるということから、カソードレンズと言う名前で呼ばれている。

【0003】 加速のための電場だけでは、ビームを所定の位置に結像させることはできないため、さらに、集束のための電場あるいは磁場を作ることが必要である。この集束場を具体的にどう作るかによって、カソードレンズはいくつかの種類に分類される。

【0004】 さて、図1は、カソードレンズを備えたLEEMを示した図である。図1において、電子銃1からの1次電子ビームは、10kV程度に加速され、照射レンズ系2によって集束される。ウィーンフィルタ3は、1次電子ビームの行路と、試料4からの反射電子の行路とを分離するためのものであり、E×B型エネルギーフィルタで構成されるが、その電場ベクトルEと磁場ベクトルBは、1次電子ビームが試料4に垂直に入射し、且つ反射電子に対してはウィーン条件を満足するように設定される。このことにより、1次電子ビームはウィーンフィルタ3によって大きく偏向され、試料4に向けて垂直に入射させられ、試料4から発生し、カソードレンズ5で加速された反射電子はウィーンフィルタ3では何の偏向作用も受けず直進する。なお、カソードレンズ5によって1次電子ビームは減速され、100V程度の加速電圧で試料4に入射する。

【0005】 試料4から発生され、カソードレンズ5で加速され、ウィーンフィルタ3を直進した反射電子は結

像レンズ系6を通る。そして、エネルギー分析が行われるときには、反射電子は結像レンズ系6からウィーンフィルタ7に入射される。このウィーンフィルタ7によって種々のエネルギーを有する反射電子の中から所定のエネルギーを有する反射電子のみが選別され、選別された反射電子はウィーンフィルタ7を直進し、その像は結像レンズ系8により所定の大きさに拡大されてスクリーン9に結像される。これによって単色の像を観察することができる。

【0006】 なお、図1の装置がPEEMとして使用される時には、PEEM光源10で発生した紫外線等が試料4に照射され、試料4から放出された光電子に基づく像がスクリーン9に結像される。

【0007】 ここで、カソードレンズについて詳しく説明する。

【0008】 図2は、試料の向かいに陽極（アース電位）を置いて、この電極と試料の間に加速電場を作り、集束のために磁場を重畳させたタイプのカソードレンズを示したものである。図2には、軸上静電ポテンシャル $\phi(Z)$ 、軸上磁場分布 $B(Z)$ 、静電ポテンシャルの等高線、および電子軌道が示されている。

【0009】 一般にレンズの性能は収差の大きさを評価されるが、カソードレンズの場合は、試料面の近くでの電場強度で大方決まってしまう。すなわち、試料面での電場が大きいほど、試料を出た電子ビームはすぐ光軸の方向に向かって集束されることになり、ビームが光軸から離れないことで収差の発生が抑えられる。よって、試料面での電場強度が大きい程、収差の小さい良いレンズとなる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 このように試料表面に強い電場をかける場合、絶縁体試料の場合は不都合が起きる。すなわち、電場が存在すると試料面の電位が場所によって異なってしまう、試料から放出される電子のエネルギーが不確定となり、エネルギースペクトルを測定することが不可能になる。どの程度電場を弱めるべきかは、スペクトル測定の際に要求されるエネルギー分解能、および試料の形状によって変わってくる。また導体試料の場合でも、表面にミクロの凹凸のある場合は放電が起き、観察が不可能となる。このような試料に対しては、試料表面での電場を弱める何らかの方法を考えなくてはならない。

【0011】 その方法の1つは、等電位の導体の遮蔽電極で試料を囲んでしまい、試料面上に電場を届かないようにすることである。図3はその場合の、絶縁体（誘電体）試料まわりの電位分布を示したものである。なお、導体試料の場合で電場を弱めたい時は、試料自身の電位は定まるので、試料前面に遮蔽電極を置くだけでよく、周りを囲う必要はない。

【0012】 しかし、この方法の問題点は、試料面での

電場強度が遮蔽電極の機械的な位置と形状で決まってしまう、像の観察の際に調整ができないことである。収差をなるべく小さく抑えるために、電場は許される範囲内でできるだけ大きくしたいわけであるから、試料ごとに電場強度が可変であるのが望ましい。

【0013】またこの方法では、電場を小さくするためには遮蔽電極の穴径を小さくする（あるいは試料から遠ざける）ことになるが、有限の大きさの穴径で電場を厳密に0にするのは不可能である。図4は、穴径を小さくしたときの試料まわりの電位分布を示したものであるが、この場合では、試料面上を電子が離れた後もしくは電場の小さな領域が続くことになり、収差の面で望ましくない。収差の面で理想的なのは、試料面の近傍のみで電場が0で、試料面を離れるとすぐに電場が強くなるような状況である。しかし、上に述べた方法ではそのような状況を作るのは不可能である。

【0014】本発明は以上の点に鑑みて成されたもので、その目的は、試料の種類や表面の状態、要求されるエネルギー分解能に応じて、もっとも収差を小さくするように試料面上の電場強度を調整できるカソードレンズを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成する本発明のカソードレンズは、第1電極と、第2電極と、第1電極と第2電極間に配置された第3電極を備えたカソードレンズであり、前記第3電極と第1電極間の電位差によって第3電極と第2電極間に電場を作り、該電場と向きが逆の電場を、前記第3電極と第2電極間の電位差によって第3電極と第2電極間に作ることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】 以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0017】図5は、本発明のカソードレンズの一例を示した図であり、図1に示したLEEMやPEEMに使用されるカソードレンズの一例を示した図である。

【0018】図5において、11は第1電極である陽極で、陽極11は接地されている。陽極11の形状は円盤状であり、陽極11はその中心に電子線通過孔12を有している。

【0019】13は第2電極である下側電極であり、下側電極13の形状は円盤状である。また、14は第3電極である上側電極であり、その形状は円盤状であって、上側電極14はその中心に電子線通過孔15を有している。この上側電極14は、陽極11と下側電極13間に配置されている。

【0020】また、試料16が、上側電極14と下側電極13間に配置されている。

【0021】このような図5のカソードレンズは、図3の遮蔽電極が試料の前面（上側電極14）と裏面（下側

電極13）に分離されたものであり、そして、それらに独立の電位を与えられるように構成されたものである。

【0022】なお、図5においては、陽極、上側電極、下側電極および試料の右側部分が一部省略されているが、実際には、それらの形状は光軸Oを境にして左右対称である。また、陽極、上側電極および下側電極は電気絶縁物（図示せず）に取り付けられており、試料は電気的に絶縁された試料ホルダ（図示せず）上に置かれている。

【0023】このような構成において、上側電極14には $-V_s$ の電位が与えられ、これにより、上側電極14と陽極11間の電位差によって試料面上に電場 E_1 が作られる。

【0024】また、下側電極13には $-aV_s$ ($0 < a < 1$) の電位が与えられ、これにより、上側電極14と下側電極13間の電位差によって試料面上に電場 E_2 が作られる。この電場 E_2 は、前記電場 E_1 と向きが逆の電場であり、下側電極13の電位 ($-aV_s$) を適当に設定すれば、試料面上の電場 E_1 と E_2 をキャンセルさせることができる。

【0025】ところで、図5は、試料面上の光軸上の電場を厳密に0にした場合の、等電位面の分布を示したものである。この場合、電場が0になっているのは試料面上の光軸上の1点のみであり、さらに、電子が試料を離れると同時に電場強度が立ち上がっており、収差にとって理想的な状況が作られている。通常顕微鏡で観察する試料面上の領域は数ミクロンから、広くても1ミリ程度の直径であるので、事実上光軸上の電場強度だけ問題にすればよく、図5の状況は観察条件としては最適である。もちろん、有限の電場が存在してよい時は、下側電極13と上側電極14間の電位差を変えることにより試料面での電場強度を自由に調整できる。

【0026】以上説明したように、本発明のカソードレンズにおいては、試料面上の電場強度を可変にできるので、試料の種類や表面の状態、要求されるエネルギー分解能に応じて、もっとも収差を小さくするように試料面上の電場強度を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 LEEMの構成を示した図である。

【図2】 従来のカソードレンズを示した図である。

【図3】 従来のカソードレンズを示した図である。

【図4】 従来のカソードレンズを示した図である。

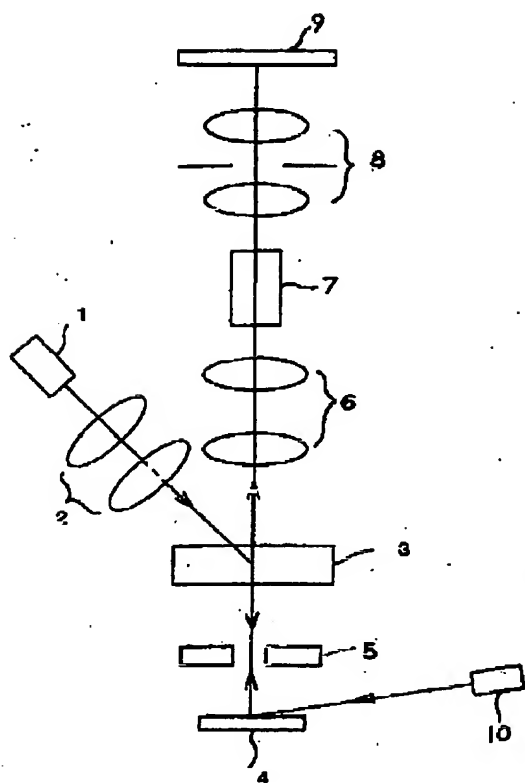
【図5】 本発明のカソードレンズの一例を示した図である。

【符号の説明】

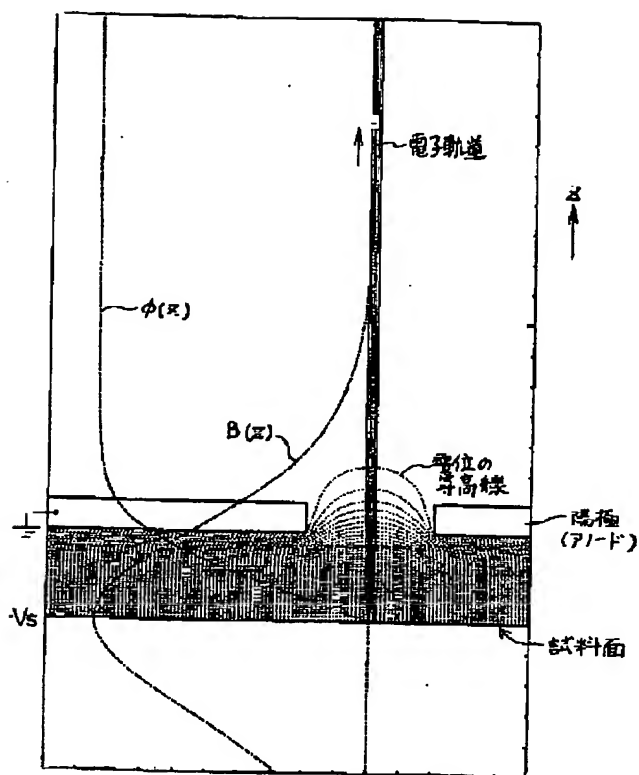
1…電子銃、2…照射レンズ系、3…ウイーンフィルタ、4…試料、5…カソードレンズ、6…結像レンズ系、7…ウイーンフィルタ、8…結像レンズ系、9…スクリーン、10…PEEM光源、11…第1電極、12…電子線通過孔、13…第2電極、14…第3電極、1

5...電子線通過孔、16...試料

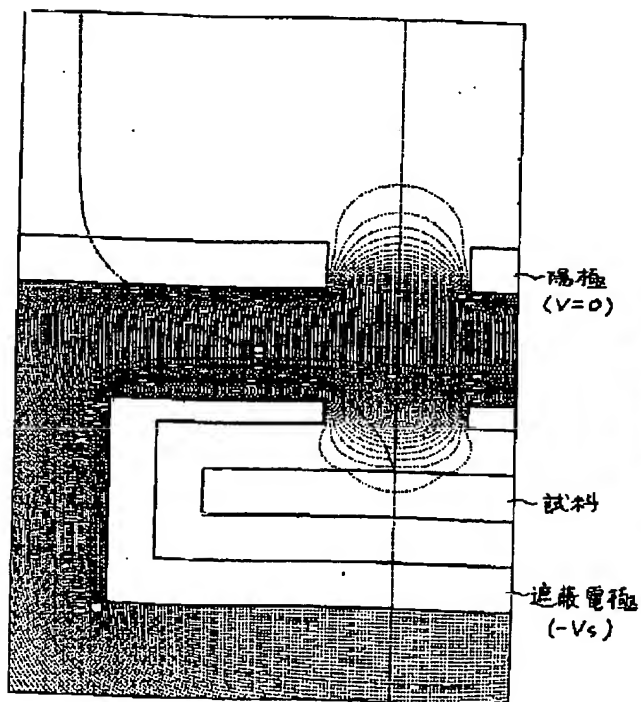
【図1】



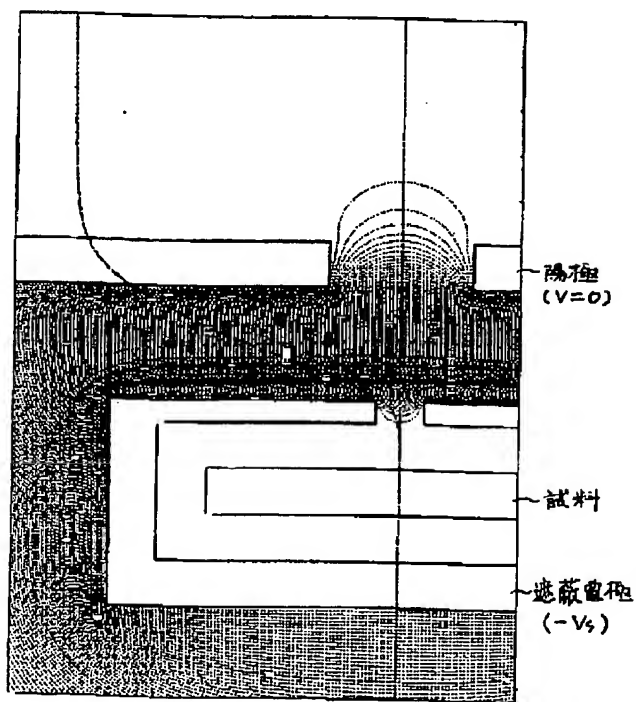
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

